

5

Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

15

Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die DE 100 02 132 A1 bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Hochdruckpumpe auf, durch die Kraftstoff in einen Speicher gefördert wird. Außerdem ist eine Förderpumpe vorgesehen, durch die Kraftstoff aus einem

20

Kraftstoffvorratsbehälter zur Saugseite der Hochdruckpumpe gefördert wird. Zwischen der Förderpumpe und der Hochdruckpumpe ist eine Kraftstoffzumesseinrichtung

25

angeordnet, durch die die von der Hochdruckpumpe angesaugte Kraftstoffmenge variabel einstellbar ist. Mit dem Speicher ist wenigstens ein Injektor verbunden, durch den Kraftstoff an der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Vom Injektor führt ein Kraftstoffrücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter zurück. Um eine ausreichende Kraftstoffförderung der

30

Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine sicherzustellen, muss durch die Förderpumpe der Hochdruckpumpe eine ausreichend große Kraftstoffmenge zugeführt werden. Hierzu muss die Förderpumpe jedoch sehr groß dimensioniert werden, wodurch der Platzbedarf und das Gewicht der

35

Kraftstoffeinspritzeinrichtung erhöht werden und auch die Fertigungskosten hoch sind.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Förderpumpe relativ klein dimensioniert werden kann, wodurch der Platzbedarf, das Gewicht und die Kosten der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gering gehalten werden können. Nur wenn die von der Förderpumpe geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe, so wird von der Hochdruckpumpe zusätzlich Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf angesaugt. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Hochdruckpumpe überwiegend den von der Förderpumpe geförderten kühlen Kraftstoff ansaugt und nur die Fehlmenge durch den erwärmten Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf ausgeglichen wird.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 3 ist sichergestellt, dass von der Hochdruckpumpe nur Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf angesaugt wird, wenn die von der Förderpumpe geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die erforderliche Ansaugmenge. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 4 ist eine Schmierung und Kühlung des Antriebsbereichs der Hochdruckpumpe sichergestellt. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 5 ist sichergestellt, dass dem Antriebsbereich der Hochdruckpumpe nur von der Förderpumpe geförderter und damit kühler Kraftstoff zugeführt wird. Bei der Ausbildung gemäß Anspruch 8 strömt nur die von der Hochdruckpumpe angesaugte Kraftstoffmenge durch den Filter, so dass dieser entsprechend kleiner oder einfacher ausgelegt werden kann.

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Figur 3 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In den Figuren 1 bis 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Brennkraftmaschine ist vorzugsweise eine selbstzündende Brennkraftmaschine und weist einen oder mehrere Zylinder auf. Das Kraftfahrzeug weist einen Kraftstoffvorratsbehälter 10 auf, in dem Kraftstoff für den Betrieb der Brennkraftmaschine bevorratet ist. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Förderpumpe 12 auf, durch die Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 zu einer Hochdruckpumpe 14 gefördert wird. Die Hochdruckpumpe 14 fördert Kraftstoff in einen Speicher 16, der beispielsweise rohrförmig oder in beliebiger anderer Form ausgebildet sein kann. Vom Speicher 16 führt wenigstens eine Leitung 18 zu wenigstens einem an einem Zylinder der Brennkraftmaschine angeordneten Injektor 20 ab, vorzugsweise sind mehrere Injektoren 20 mit dem Speicher 16 verbunden. An den Injektoren 20 ist jeweils ein elektrisches Steuerventil 22 angeordnet, durch das eine Öffnung der Injektoren gesteuert wird, um so eine Kraftstoffeinspritzung durch den jeweiligen Injektor 20 zu bewirken oder eine Kraftstoffeinspritzung zu verhindern. Die Steuerventile 22 werden durch eine elektronische Steuereinrichtung 23

angesteuert, durch die in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie beispielsweise Drehzahl, Last, Temperatur und weiteren, der Zeitpunkt und die Dauer der Kraftstoffeinspritzung durch die Injektoren 20 bestimmt wird. Von den Injektoren 20 führt ein Kraftstoffrücklauf für nicht verbrauchten Kraftstoff beispielsweise über eine für alle Injektoren 20 gemeinsame Leitung 24 zurück. Vom Speicher 16 kann ebenfalls eine Leitung 26 als Rücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter 10 zurückführen, in der ein Druckbegrenzungsventil oder Druckregelventil 28 angeordnet ist, um zu verhindern, daß sich im Speicher 16 ein unzulässig hoher Druck aufbaut bzw. der im Speicher 16 herrschende Druck variiert werden kann. Zwischen dem Speicher 16 und den Injektoren 20 kann eine Druckerhöhungseinrichtung 21 angeordnet sein, durch die der zur Kraftstoffeinspritzung zur Verfügung stehende Druck gegenüber dem im Speicher 16 herrschenden Druck nochmals erhöht wird. Die Druckerhöhungseinrichtung 21 ist vorzugsweise in den Injektor 20 integriert und als hydraulischer Druckübersetzer ausgebildet. Der Kraftstoffrücklauf 24 führt dabei vorzugsweise von der Druckerhöhungseinrichtung 21 der Injektoren 20 ab.

Die Hochdruckpumpe 14 wird mechanisch durch die Brennkraftmaschine und damit proportional zur Drehzahl der Brennkraftmaschine angetrieben. Die Förderpumpe 12 wird bei einem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ebenfalls mechanisch durch die Brennkraftmaschine oder die Hochdruckpumpe 14 angetrieben. Die Förderpumpe 12 ist dabei vorzugsweise an die Hochdruckpumpe 14 angebaut oder in diese integriert. Zwischen der Förderpumpe 12 und dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 ist ein Filter 30 angeordnet. Außerdem kann in der Verbindung zwischen der Förderpumpe 12 und dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 eine Drosselstelle 31 angeordnet sein, um den Durchfluss zu begrenzen. Im Kraftstoffvorratsbehälter 10 kann ein Stautopf 32 angeordnet

sein, aus dem die Förderpumpe 12 Kraftstoff ansaugt und in den mittels einer Strahlpumpe 33 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 gefördert wird. Die Treibmenge der Strahlpumpe 33 wird dieser durch den Kraftstoffrücklauf 26 vom Speicher 16 zugeführt.

Die Hochdruckpumpe 14 kann als Radialkolbenpumpe ausgebildet sein und weist wenigstens ein oder mehrere Pumpenelemente auf, die jeweils einen durch eine Antriebswelle in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben aufweisen, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Zwischen der Förderpumpe 12 und der Hochdruckpumpe 14 ist eine Kraftstoffzumesseinrichtung 36 angeordnet. Die Kraftstoffzumesseinrichtung 36 weist ein beispielsweise durch einen elektrischen Aktor 37, vorzugsweise einen Elektromagneten oder einen Piezoaktor, betätigtes Regelventil 38 auf, durch das der Durchfluss von der Förderpumpe 12 zur Hochdruckpumpe 14 kontinuierlich verstellbar ist. Das Regelventil 38 kann als Proportionalventil ausgebildet sein, durch das der Durchflussquerschnitt zwischen der Förderpumpe 12 und der Hochdruckpumpe 14 kontinuierlich veränderbar ist. Alternativ kann das Regelventil 38 auch getaktet geöffnet und geschlossen werden, wodurch ein mittlerer effektiver Durchflussquerschnitt zwischen der Förderpumpe 12 und der Hochdruckpumpe 14 veränderbar ist. Die Kraftstoffzumesseinrichtung 36 ist vorzugsweise an die Hochdruckpumpe 14 angebaut oder in diese integriert, kann jedoch auch getrennt von der Hochdruckpumpe 14 angeordnet sein. Die Kraftstoffzumesseinrichtung 36 wird durch die Steuereinrichtung 23 angesteuert, in der Weise, dass durch die Förderpumpe 12 eine Kraftstoffmenge der Hochdruckpumpe 14 zugeführt wird, die dann wiederum durch die Hochdruckpumpe 14 unter Hochdruck in den Speicher 16 gefördert wird, um im Speicher 16 einen vorgegebenen, von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine abhängigen Druck aufrechtzuerhalten. Am Speicher 16 ist dabei ein Drucksensor

17 angeordnet, der mit der Steuereinrichtung 23 verbunden ist und dieser ein Signal für den tatsächlichen Druck im Speicher 16 zuführt.

- 5 Der Kraftstoffrücklauf 24 von den Injektoren 20 mündet in die Verbindung zwischen der Förderpumpe 12 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36. Vom Kraftstoffrücklauf 24 führt eine Verbindung 40 zu einem Entlastungsbereich ab, als  
10 der beispielsweise der Kraftstoffvorratsbehälter 10 dient und die durch ein Druckventil 42 gesteuert wird. Durch das Druckventil 42 wird die Verbindung 40 bei überschreiten eines vorgegebenen Drucks geöffnet, so dass Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 abströmen kann. Die Verbindung 40 kann in den Rücklauf 26 vom Speicher 16  
15 münden, so dass auch die durch das Druckventil 42 abgesteuerte Kraftstoffmenge als Treibmenge der Strahlpumpe 33 zugeführt wird. Das Druckventil 42 ist vorzugsweise an die Hochdruckpumpe 14 angebaut oder in diese integriert. Die Verbindung 40 zweigt vom Kraftstoffrücklauf 24 mit Abstand  
20 von dessen Mündung in die Verbindung zwischen der Förderpumpe 12 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 ab, so dass zwischen der Mündung und dem Abzweig der Verbindung 40 ein Kraftstoffrücklaufstrecke 24a vorhanden ist.
- 25 Von der Verbindung zwischen der Förderpumpe 12 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 führt in einem Bereich zwischen der Förderpumpe 12 und der Mündung der Kraftstoffrücklaufstrecke 24a eine Bypassverbindung 44 zu einem Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 ab. Der  
30 Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 ist dabei deren Antriebswelle sowie der Bereich der Umsetzung der Drehbewegung der Antriebswelle in die Hubbewegung der Pumpenkolben. Durch den über die Bypassverbindung 44 in den Antriebsbereich strömenden Kraftstoff wird eine Schmierung  
35 und Kühlung des Antriebsbereichs sichergestellt. In der Bypassverbindung 44 ist vorzugsweise eine Drosselstelle 45

angeordnet, um die dem Antriebsbereich zugeführte Kraftstoffmenge zu begrenzen. Vom Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 führt ein Rücklauf 46 zum Kraftstoffvorratsbehälter 10 zurück, der beispielsweise in die Verbindung 40 und den Rücklauf 26 vom Speicher 16 münden kann. Durch den Rücklauf 46 ist eine ständige Durchströmung des Antriebsbereichs der Hochdruckpumpe 14 sichergestellt.

Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Beim Betrieb der Brennkraftmaschine suagt die Förderpumpe 12 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 an und fördert diesen durch die Kraftstoffzumesseinrichtung 36 zur Saugseite der Hochdruckpumpe 14. Durch die Hochdruckpumpe 14 wird Kraftstoff unter Hochdruck in den Speicher 16 gefördert. Durch die Injektoren 20 wird Kraftstoff in die Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzt, wobei der Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung und die eingespritzte Kraftstoffmenge durch die Ansteuerung der Steuerventile 22 durch die Steuereinrichtung 23 in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine festgelegt wird. Durch die Steuereinrichtung 23 wird außerdem die Kraftstoffzumesseinrichtung 36 derart angesteuert, dass diese einen so grossen Durchflussquerschnitt einstellt, dass durch die Hochdruckpumpe 14 die Kraftstoffmenge angesaugt und in den Speicher 16 gefördert wird, die erforderlich ist, um im Speicher 16 einen vorgegebenen Druck aufrechtzuerhalten.

Insbesondere wenn die Injektoren 20 mit Druckerhöhungseinrichtungen 21 versehen sind, so muss je nach Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine große Kraftstoffmenge durch die Hochdruckpumpe 14 in den Speicher 16 gefördert werden und durch die Förderpumpe 12 muss diese große Kraftstoffmenge aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10

zur Hochdruckpumpe 14 gefördert werden. Dies kann dazu  
führen, dass eine sehr groß dimensionierte Förderpumpe 12  
erforderlich wäre. Erfindungsgemäß ist jedoch vorgesehen,  
dass die Förderpumpe 12 so dimensioniert ist, dass die von  
5 dieser maximal geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als  
die maximal von der Hochdruckpumpe 14 anzusaugende und in  
den Speicher 16 zu fördernde Kraftstoffmenge. In  
Betriebszuständen, in denen die von der Förderpumpe 12 aus  
dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 geförderte Kraftstoffmenge  
10 nicht ausreicht, wird ein Teil der durch den  
Kraftstoffrücklauf 24 von den Injektoren 20 zuströmenden  
Kraftstoffmenge zusätzlich zu der von der Förderpumpe 12  
geförderten Kraftstoffmenge von der Hochdruckpumpe 14  
angesaugt. Ein Teil des durch den Kraftstoffrücklauf 24  
15 strömenden Kraftstoffs strömt dabei durch die  
Kraftstoffrücklaufstrecke 24a in die Verbindung zwischen der  
Förderpumpe 12 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 und  
wird von der Hochdruckpumpe 14 angesaugt. Der übrige Teil  
der durch den Kraftstoffrücklauf 24 fliessenden  
20 Kraftstoffmenge strömt durch das geöffnete Druckventil 42  
über die Verbindung 40 in den Kraftstoffvorratsbehälter 10  
ab. Die dem Antriebsbereich über die Bypassverbindung 44  
zuströmende Kraftstoffmenge wird dabei ausschliesslich von  
der durch die Förderpumpe 12 aus dem  
25 Kraftstoffvorratsbehälter 10 geförderten Kraftstoffmenge  
entnommen und ist daher relativ kühl. Die von der  
Hochdruckpumpe 14 angesaugte Kraftstoffmenge ist ebenfalls  
relativ kühl, da nur ein Teil dieser Kraftstoffmenge aus dem  
erwärmten Kraftstoffrücklauf 24 entnommen wird.

30 In Betriebszuständen, in denen die von der Förderpumpe 12  
aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 geförderte  
Kraftstoffmenge ausreicht, um die erforderliche Ansaugmenge  
der Hochdruckpumpe 14 zu liefern, wird von der  
35 Hochdruckpumpe 14 nur die von der Förderpumpe 12 geförderte  
Kraftstoffmenge angesaugt und die gesamte durch den



Kraftstoffrücklauf 24 fließende Kraftstoffmenge wird durch das geöffnete Druckventil 42 über die Verbindung 40 in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 geleitet. In Betriebszuständen, in denen von der Förderpumpe 12 eine größere Kraftstoffmenge gefördert wird als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe 14, strömt ein Teil der von der Förderpumpe 12 geförderten Kraftstoffmenge durch die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a und wird durch das geöffnete Druckventil 42 über die Verbindung 40 ebenfalls in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 zurückgeleitet. Durch die Hochdruckpumpe 14 wird in diesen Betriebszuständen somit nur die von der Förderpumpe 12 geförderte, relativ kühle Kraftstoffmenge angesaugt.

Die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a wird je nach Betriebszustand in unterschiedlichen Richtungen von Kraftstoff durchströmt. Wenn die von der Förderpumpe 12 geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe 14, so wird die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a von einer Teilmenge der durch den Kraftstoffrücklauf 24 von den Injektoren 22 zurückfließenden Kraftstoffmenge zur Hochdruckpumpe 14 hin durchströmt. Wenn die von der Förderpumpe 12 geförderte Kraftstoffmenge größer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe 14, so wird die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a von einer Teilmenge der von der Förderpumpe 12 geförderten Kraftstoffmenge zum Druckventil 42 hin durchströmt. Durch die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a wird dabei sichergestellt, dass bei ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 nur von dieser geförderter Kraftstoff von der Hochdruckpumpe 14 angesaugt wird und nur bei nicht ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 von der Hochdruckpumpe 14 auch Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf 24 angesaugt wird. Nur die von der Förderpumpe 12 geförderte Kraftstoffmenge strömt durch den Filter 30, während die aus dem Kraftstoffrücklauf 24 entnommene Kraftstoffmenge erst

nach dem Filter 30 eingespeisst wird. Jedoch strömt auch die eventuell von der Förderpumpe 12 zu viel geförderte und über die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a sowie das Druckventil 42 und die Verbindung 40 abgesteuerte Kraftstoffmenge durch den Filter 30.

In Figur 2 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel und nur die Förderpumpe 12 modifiziert ist. Die Förderpumpe 12 ist getrennt von der Hochdruckpumpe 14 angeordnet, weist einen elektrischen Antrieb auf und ist vorzugsweise im Kraftstoffvorratsbehälter 10 angeordnet. Zwischen der Förderpumpe 12 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 ist der Filter 30 angeordnet und die Bypassverbindung 44 zum Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 zweigt zwischen dem Filter 30 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 ab. Innerhalb des Kraftstoffvorratsbehälters 10 führt von der Verbindung der Förderpumpe 12 zum Filter 30 ein Rücklauf 48 in den Kraftstoffvorratsbehälter 10 ab, der durch ein Druckventil 49 gesteuert wird. Durch das Druckventil 49 und den Rücklauf 48 ist eine Begrenzung des Drucks zwischen der Förderpumpe 12 und dem Filter 30 sichergestellt, so dass beispielsweise im Falle einer Verstopfung des Filters 30 ein unzulässiger Druckanstieg vermieden werden kann. Der übrige Aufbau und die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist gleich wie vorstehend beim ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich ist wie beim zweiten Ausführungsbeispiel, jedoch die Anordnung des Druckventils 42 und der Kraftstoffrücklaufstrecke 24a modifiziert ist. Die Förderpumpe 12 weist einen elektrischen Antrieb auf und

ist im Kraftstoffvorratsbehälter 10 angeordnet. Zwischen dem Filter 30 und der Kraftstoffzumesseinrichtung 36 zweigt die zum Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 führende Bypassverbindung 44 ab. Der Kraftstoffrücklauf 24 von den Injektoren 20 mündet in die Verbindung zwischen den Förderpumpe 12 und dem Filter 30. Vom Kraftstoffrücklauf 24 führt die durch das Druckventil 42 gesteuerte Verbindung 40 zum Kraftstoffvorratsbehälter 10 ab. Zwischen der Abzweigung der Verbindung 40 und der Mündung des Kraftstoffrücklaufs 24 in die Verbindung zwischen der Förderpumpe 12 und dem Filter 30 ist die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a gebildet. Das Druckventil 42 kann beim dritten Ausführungsbeispiel getrennt von der Hochdruckpumpe 14 angeordnet sein.

Die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ist im wesentlichen gleich wie beim ersten und zweiten Ausführungsbeispiel. Die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a wird je nach Betriebszustand in unterschiedlichen Richtungen von Kraftstoff durchströmt. Wenn die von der Förderpumpe 12 geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe 14, so wird die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a von einer Teilmenge der durch den Kraftstoffrücklauf 24 von den Injektoren 22 zurückfließenden Kraftstoffmenge zur Hochdruckpumpe 14 hin durchströmt. Wenn die von der Förderpumpe 12 geförderte Kraftstoffmenge größer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe 14, so wird die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a von einer Teilmenge der von der Förderpumpe 12 geförderten Kraftstoffmenge zum Druckventil 42 hin durchströmt. Durch die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a wird dabei sichergestellt, dass bei ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 nur von dieser geförderter Kraftstoff von der Hochdruckpumpe 14 angesaugt wird und nur bei nicht ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 von der Hochdruckpumpe 14 auch Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf 24 angesaugt wird. Abweichend vom

ersten und zweiten Ausführungsbeispiel strömt beim dritten Ausführungsbeispiel jedoch die gesamte von der Hochdruckpumpe 14 angesaugte Kraftstoffmenge durch den Filter 30. Jedoch strömt die eventuell von der Förderpumpe 12 zu viel geförderte Kraftstoffmenge nicht durch den Filter 30, da diese vor dem Filter 30 über die Kraftstoffrücklaufstrecke 24a sowie das Druckventil 42 und die Verbindung 40 abgesteuert wird. Die über die Bypassverbindung 44 dem Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 zugeführte Kraftstoffmenge wird nur bei ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 ausschliesslich von dem durch diese aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 geförderten kalten Kraftstoff abgezweigt. Bei nicht ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 wird die dem Antriebsbereich zugeführte Kraftstoffmenge der Mischung aus dem von der Förderpumpe 12 aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 10 geförderten kalten Kraftstoff und dem aus dem Kraftstoffrücklauf 24 entnommenen erwärmten Kraftstoff abgezweigt. Gegenüber dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel wird dem Antriebsbereich der Hochdruckpumpe 14 beim dritten Ausführungsbeispiel somit bei nicht ausreichender Fördermenge der Förderpumpe 12 Kraftstoff mit etwas höherer Temperatur zugeführt.

5

## Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine  
Brennkraftmaschine mit einer Hochdruckpumpe (14), durch die  
10 Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher (16) gefördert  
wird, mit einer Förderpumpe (12), durch die Kraftstoff zur  
Saugseite der Hochdruckpumpe (14) gefördert wird, mit einer  
zwischen der Förderpumpe (12) und der Hochdruckpumpe (14)  
angeordneten Kraftstoffzumesseinrichtung (36), durch die die  
15 von der Hochdruckpumpe (14) angesaugte Kraftstoffmenge  
variabel einstellbar ist, mit wenigstens einem mit dem  
Speicher (16) verbundenen Injektor (20), durch den  
Kraftstoff an der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, und  
mit einem Kraftstoffrücklauf (24) vom wenigstens einen  
20 Injektor (20), dadurch gekennzeichnet, dass der  
Kraftstoffrücklauf (24) vom wenigstens einen Injektor (20)  
in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der  
Kraftstoffzumesseinrichtung (36) mündet, dass vom  
Kraftstoffrücklauf (24) eine durch ein Druckventil (42)  
25 gesteuerte Verbindung (40) zu einem Entlastungsbereich (10)  
abführt und dass von der Hochdruckpumpe (14) nur Kraftstoff  
aus dem Kraftstoffrücklauf (24) angesaugt wird in  
Betriebszuständen, in denen die von der Förderpumpe (12)  
geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die  
30 erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe (14).

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass von der Hochdruckpumpe (14) nur die  
Differenz zwischen deren erforderlicher Ansaugmenge und der  
35 von der Förderpumpe (12) geförderten Kraftstoffmenge aus dem  
Kraftstoffrücklauf (24) angesaugt wird.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abzweigung der zum Entlastungsbereich (10) führenden Verbindung (40) vom Kraftstoffrücklauf (24) entfernt von der Mündung des Kraftstoffrücklaufs (24) in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) angeordnet ist, so dass zwischen der Abzweigung der zum Entlastungsbereich (10) führenden Verbindung (40) und der Mündung des Kraftstoffrücklaufs (24) eine Kraftstoffrücklaufstrecke (24a) vorhanden ist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass von der Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) eine Bypassverbindung (44) zu einem Antriebsbereich der Hochdruckpumpe (14) abzweigt.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffrücklauf (24) zwischen der Abzweigung der Bypassverbindung (44) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) mündet.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftstoffrücklauf (24) zwischen der Förderpumpe (12) und der Abzweigung der Bypassverbindung (44) in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) mündet.

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderpumpe (12) saugseitig ein Filter (30) vorgeschaltet und/oder druckseitig ein Filter (30) nachgeschaltet ist und dass der Kraftstoffrücklauf (24) stromabwärts nach dem

Filter (30) in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) mündet.

5 8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderpumpe (12) saugseitig ein Filter (30) vorgeschaltet und/oder druckseitig ein Filter (30) nachgeschaltet ist und dass der Kraftstoffrücklauf (24) stromaufwärts vor dem Filter (30) in  
10 die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36) mündet.

9. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderpumpe (12) einen elektrischen Antrieb aufweist.

15 10. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderpumpe (12) mechanisch durch die Brennkraftmaschine oder die Hochdruckpumpe (14) angetrieben ist.

20 11. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am wenigstens einen Injektor (20) eine Druckerhöhungseinrichtung (21) angeordnet ist, von der der  
25 Kraftstoffrücklauf (24) abführt.

5

## Zusammenfassung

10

15

20

25

Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist eine Hochdruckpumpe (14) auf, durch die Kraftstoff unter Hochdruck in einen Speicher (16) gefördert wird. Durch eine Förderpumpe (12) wird Kraftstoff zur Saugseite der Hochdruckpumpe (14) gefördert. Zwischen der Förderpumpe (12) und der Hochdruckpumpe (14) ist eine Kraftstoffzumesseinrichtung (36) angeordnet, durch die die von der Hochdruckpumpe (14) angesaugte Kraftstoffmenge variabel einstellbar ist. Mit dem Speicher (16) ist wenigstens ein Injektor (20) verbunden, durch den Kraftstoff an der Brennkraftmaschine eingespritzt wird und von dem ein Kraftstoffrücklauf (24) abführt. Der Kraftstoffrücklauf (24) vom wenigstens einen Injektor (20) mündet in die Verbindung zwischen der Förderpumpe (12) und der Kraftstoffzumesseinrichtung (36). Vom Kraftstoffrücklauf (24) führt eine durch ein Druckventil (42) gesteuerte Verbindung (40) zu einem Entlastungsbereich (10) ab. Von der Hochdruckpumpe (14) wird nur Kraftstoff aus dem Kraftstoffrücklauf (24) angesaugt in Betriebszuständen, in denen die von der Förderpumpe (12) geförderte Kraftstoffmenge geringer ist als die erforderliche Ansaugmenge der Hochdruckpumpe (14).







